

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-134835

(43)Date of publication of application : 07.06.1988

(51)Int.Cl.

F02D 41/14

(21)Application number : 61-278709

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 25.11.1986

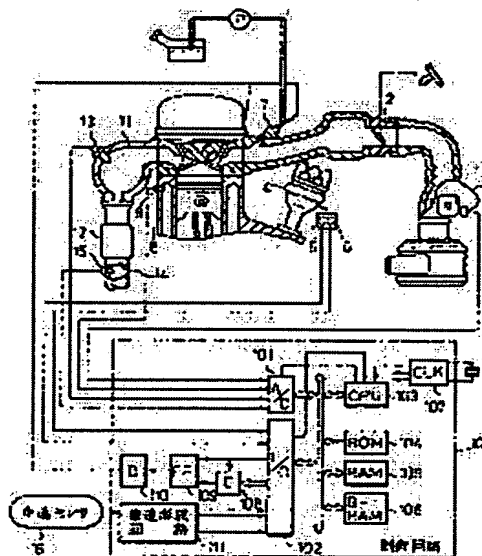
(72)Inventor : KASHIWANUMA NOBUAKI

(54) AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the offensive odor of exhaust gas, by controlling an air-fuel ratio by first and second O₂ sensors provided upstream and downstream of a catalyst, respectively, and making the air-fuel ratio lean when the conditions of generation of an offensive odor of exhaust gas are satisfied and the second O₂ sensor continues to detect a rich air-fuel ratio for a predetermined time or more.

CONSTITUTION: A first O₂ sensor 13 and a second O₂ sensor 15 are provided upstream and downstream of a catalytic converter 12. When air-fuel ratio feedback control conditions are satisfied, a control circuit 10 sets control constants such as skip quantity and integration constant according to a detection value by the second O₂ sensor 15, and carries out air-fuel ratio feedback correction according to a detection value by the first O₂ sensor 13. When an intake air quantity detected by an air flow meter 3 is less than a predetermined value, and a vehicle speed detected by a vehicle speed sensor 16 is about 10km/h, and the second O₂ sensor 15 continues to detect a rich air-fuel ratio for a predetermined time or more, the air-fuel ratio is controlled to be lean according to the detection value by the first O₂ sensor 13.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-134835

⑪ Int. Cl.⁴
F 02 D 41/14識別記号
310庁内整理番号
A-7813-3G

⑬ 公開 昭和63年(1988)6月7日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全13頁)

⑭ 発明の名称 内燃機関の空燃比制御装置

⑮ 特 願 昭61-278709

⑯ 出 願 昭61(1986)11月25日

⑰ 発 明 者 栢 沼 信 明 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑱ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
⑲ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外5名

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関の空燃比制御装置

2. 特許請求の範囲

1. 内燃機関の排気系に設けられた排気ガス浄化のための触媒コンバータの上流側、下流側に、それぞれ設けられ、排気ガス中の特定成分濃度を検出する第1、第2の空燃比センサと、

該第2の空燃比センサの出力に応じて空燃比フィードバック制御定数を演算する制御定数演算手段と、

前記機関が触媒排気異臭発生条件を満たしているか否かを判別する触媒排気異臭発生条件判別手段と、

前記機関が前記触媒排気異臭発生条件であり且つ前記第2の空燃比センサの出力がリッチのときにセットされ、他方、前記機関が前記触媒排気異臭発生条件でないときもしくは前記第2の空燃比センサの出力がリーンのときにリセットされるタイマ手段と、

該タイマ手段が所定時間計測完了したときに前記第1の空燃比センサの出力に応じて空燃比補正量を制御空燃比がリーン側に向かうように演算する第1の空燃比補正量演算手段と、

該タイマ手段が前記所定時間計測中であるときに前記空燃比フィードバック制御定数および前記第1の空燃比センサの出力に応じて空燃比補正量を制御空燃比が理論空燃比に向かうように演算する第2の空燃比補正量演算手段と、

前記空燃比補正量に応じて前記機関の空燃比を調整する空燃比調整手段と、

を具備する内燃機関の空燃比制御装置。

2. 前記第1の空燃比補正量演算手段が前記第1の空燃比センサによる空燃比閉ループ制御手段を具備する特許請求の範囲第1項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

3. 前記空燃比閉ループ制御手段が、

第1の空燃比センサの出力がリーンのときに前記空燃比補正量を徐々に増加させるリッチ積分手段と、

第1の空燃比センサの出力がリッチのときに前記空燃比補正量を徐々に減少させるリーン積分手段と、

前記第1の空燃比センサの出力がリッチからリーンに変化したときに前記空燃比補正量の更新を禁止する更新禁止手段と、

前記第1の空燃比センサの出力がリーンからリッチに変化したときに前記空燃比補正量をスキップ的に減少させるリーンスキップ手段と、

を具備する特許請求の範囲第2項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

4. 前記空燃比閉ループ制御手段が、

第1の空燃比センサの出力がリーンのときに前記空燃比補正量の更新を禁止する更新禁止手段と、

第1の空燃比センサの出力がリッチのときに前記空燃比補正量を徐々に減少させるリーン積分手段と、

前記第1の空燃比センサの出力がリッチからリーンに変化したときに前記空燃比補正量をスキップ的に増加させるリッチスキップ手段と、

6. 前記触媒排気異臭発生条件判別手段が、前記機関が低負荷、低回転領域か否かにより前記触媒排気異臭発生条件であることを判別する特許請求の範囲第1項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は触媒コンバータの上流側および下流側に空燃比センサ(本明細書では、酸素濃度センサ(O₂センサ))を設け、上流側のO₂センサによる空燃比フィードバック制御に加えて下流側のO₂センサによる空燃比フィードバック制御を行う内燃機関の空燃比制御装置に関する。

(従来の技術)

単なる空燃比フィードバック制御(シングルO₂センサシステム)では、酸素濃度を検出するO₂センサをできるだけ燃焼室に近い排気系の箇所、すなわち触媒コンバータにより上流である排気マニホールドの集合部分に設けているが、O₂

前記第1の空燃比センサの出力がリーンからリッチに変化したときに前記空燃比補正量をスキップ的に減少させるリーンスキップ手段と、

を具備する特許請求の範囲第2項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

5. 前記空燃比閉ループ制御手段が、

第1の空燃比センサの出力がリーンのときに前記空燃比補正量の更新を禁止する第1の更新禁止手段と、

第1の空燃比センサの出力がリッチのときに前記空燃比補正量を徐々に減少させるリーン積分手段と、

前記第1の空燃比センサの出力がリッチからリーンに変化したときに前記空燃比補正量の更新を禁止する第2の更新禁止手段と、

前記第1の空燃比センサの出力がリーンからリッチに変化したときに前記空燃比補正量をスキップ的に減少させるリーンスキップ手段と、

を具備する特許請求の範囲第1項に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

センサの出力特性のばらつきのために空燃比の制御精度の改善に支障が生じている。かかるO₂センサの出力特性のばらつきおよび燃料噴射弁等の部品のばらつき、経時あるいは経年的変化を補償するために、触媒コンバータの下流に第2のO₂センサを設け、下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御に加えて下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御を行うダブルO₂センサシステムが既に提案されている(参照:特開昭58-48756号公報)。このダブルO₂センサシステムでは、触媒コンバータの下流側に設けられたO₂センサは、上流側O₂センサに比較して、低い応答速度を有するものの、次の理由により出力特性のばらつきが小さいという利点を有している。

(1) 触媒コンバータの下流では、排気温度が低いので熱的影響が少ない。

(2) 触媒コンバータの下流では、種々の毒が触媒にトラップされているので下流側O₂センサの被毒量は少ない。

(3) 触媒コンバータの下流では排気ガスは十分

に混合されており、しかも、排気ガス中の酸素濃度は平衡状態に近い値になっている。

従って、上述のごとく、2つの O_2 センサの出力にもとづく空燃比フィードバック制御（ダブル O_2 センサシステム）により、上流側 O_2 センサの出力特性のばらつきを下流側 O_2 センサにより吸収できる。実際に、第2図に示すように、シングル O_2 センサシステムでは、 O_2 センサの出力特性が悪化した場合には、排気エミッション特性に直接影響するのに対し、ダブル O_2 センサシステムでは、上流側 O_2 センサの出力特性が悪化しても、排気エミッション特性は悪化しない。つまり、ダブル O_2 センサシステムにおいては、下流側 O_2 センサが安定な出力特性を維持している限り、良好な排気エミッションが保証される。

他方、一般に、

- (1) 触媒温度が高いこと、
 - (2) 排気ガス量が少ない（すなわち、吸入空気量が少ない）軽負荷領域であること、
- の条件のもとで、制御後の平均空燃比がリッチと

したり、また、排気異臭発生領域以外の運転領域でも空燃比がリーン側に制御され、この結果、オーバーリーンとなり、ドライバビリティ、 NO_x エミッション等の悪化を招くという問題点があった。

従って、本発明の目的は排気異臭発生状態を確実に検出して空燃比をリーン側に制御し、排気異臭を低減したダブル O_2 センサシステムを提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上述の問題点を解決するための手段は第1図に示される。

第1図において、排気ガス中の特定成分濃度を検出する第1、第2の空燃比センサが内燃機関の排気系に設けられた排気ガス浄化のための触媒コンバータの上流側、下流側に、それぞれ、設けられている。制御定数演算手段が下流側（第2の）空燃比センサの出力 V_2 に応じて空燃比フィードバック制御定数たとえばリッチスキップ量 RSR およびリーンスキップ量 SSL を演算する。触媒

なると、触媒内が還元雰囲気となって排気異臭（H₂S）が発生すると言われている。たとえば、高速走行（条件（1）成立）後のアイドル運転あるいは車庫入れ運転（条件（2）成立）において、噴射弁、 O_2 センサ、エアフローメータ等の特性ばらつき、あるいは減速増速、燃料カット復帰時増速、非同期噴射等のために制御後の平均空燃比がリッチとなることがある。このためシングル O_2 センサシステムでは、特殊の運転状態、たとえばアイドル進展時にあって車速が所定値以下もしくは停止後の所定時間のみ、空燃比をわずかにリーン側に制御して、減速およびその後の停止時に発生する排気異臭を低減させている（参考：特開昭59-173533号公報）。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、上述のシングル O_2 センサシステムにおいては、触媒に流入する平均空燃比を確実に検出しておらず、この結果、排気異臭発生領域では確実にリーン制御できずに排気異臭が発生

異臭発生条件判別手段は機関が触媒排気異臭発生条件を満たしているか否かを判別する。この結果、タイマ手段は、機関が触媒排気異臭発生条件であり且つ下流側空燃比センサの出力 V_2 がリッチのときにセットされ、他方、機関が触媒排気異臭発生条件でないときもしくは下流側空燃比センサの出力 V_2 がリーンのときにリセットされる。タイマ手段が所定時間計測中完了したときに（ $CR > CR_{MAX}$ ）、第1の空燃比補正量演算手段は上流側空燃比センサの出力 V_1 に応じて空燃比補正量 F_{AF} を制御空燃比がリーン側に向かうように演算し、他方、タイマ手段が所定時間計測中であるときに（ $CR \leq CR_{MAX}$ ）、第2の空燃比補正量演算手段は空燃比フィードバック制御定数 RSR 、 RSL および上流側空燃比センサの出力 V_1 に応じて空燃比補正量 F_{AF} を制御空燃比が理論空燃比に向かうように演算する。そして、空燃比調整手段は空燃比補正量 F_{AF} に応じて機関の空燃比を調整するものである。

〔作用〕

上述の手段によれば、下流側空燃比センサは触媒コンバータの下流に設けられているので、触媒の O_2 ストレージ量を含めた平均空燃比を検出する。つまり、所定期間、下流側空燃比センサのリッチ出力が維持されても、この間の NO_x エミッションは少なく、しかも、触媒の O_2 ストレージ効果で吸収される。従って、この場合に、第1の空燃比補正量演算手段が制御空燃比をリーン側に向かうように作用する。

〔実施例〕

以下、図面により本発明の実施例を説明する。

第3図は本発明に係る内燃機関の空燃比制御装置の一実施例を示す全体概要図である。第3図において、機関本体1の吸気通路2にはエアフロメータ3が設けられている。エアフロメータ3は吸入空気量を直接計測するものであって、ポテンショメータを内蔵して吸入空気量に比例したアナログ電圧の出力信号を発生する。この出力信号

排気マニホールド11より下流の排気系には、排気ガス中の3つの有害成分HC、CO、 NO_x を同時に浄化する三元触媒を収容する触媒コンバータ12が設けられている。

排気マニホールド11には、すなわち触媒コンバータ12の上流側には第1の O_2 センサ13が設けられ、触媒コンバータ12の下流側の排気管14には第2の O_2 センサ15が設けられている。 O_2 センサ13、15は排気ガス中の酸素成分濃度に応じた電気信号を発生する。すなわち、 O_2 センサ13、15は空燃比が理論空燃比に対してリーン側かリッチ側かに応じて、異なる出力電圧を制御回路10でA/D変換器101に発生する。16はスピードメータケーブルに設けられた永久磁石およびリードスイッチよりなる車速センサであって、車速SPDに比例した周波数のパルス信号を発生する。このパルス信号は制御回路10の車速形成回路111に供給される。

制御回路10は、たとえばマイクロコンピュータとして構成され、A/D変換器101、入出力イ

は制御回路10のマルチプレクサ内蔵A/D変換器101に供給されている。ディストリビュータ4には、その軸がたとえばクランク角に換算して720°毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク角センサ5およびクランク角に換算して30°毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク角センサ6が設けられている。これらクランク角センサ5、6のパルス信号は制御回路10の入出力インターフェイス102に供給され、このうち、クランク角センサ6の出力はCPU103の割込み端子に供給される。

さらに、吸気通路2には各気筒毎に燃料供給系から加圧燃料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁7が設けられている。

また、機関本体1のシリンダブロックのウォータジャケット8には、冷却水の温度を検出するための水温センサ9が設けられている。水温センサ9は冷却水の温度THWに応じたアナログ電圧の電気信号を発生する。この出力もA/D変換器101に供給されている。

インターフェイス102、CPU103の外に、ROM104、RAM105、バックアップRAM106、クロック発生回路107等が設けられている。

また、制御回路10において、ダウンカウンタ108、フリップフロップ109、および駆動回路110は燃料噴射弁7を制御するためのものである。すなわち、後述のルーチンにおいて、燃料噴射量TAUが演算されると、燃料噴射量TAUがダウンカウンタ108にプリセットされると共にフリップフロップ109もセットされる。この結果、駆動回路110が燃料噴射弁7の付勢を開始する。他方、ダウンカウンタ108がクロック信号(図示せず)を係数して最後にそのキャリアアウト端子が“1”レベルとなったときに、フリップフロップ109がセットされて駆動回路110は燃料噴射弁7の付勢を停止する。つまり、上述の燃料噴射量TAUだけ燃料噴射弁7は付勢され、従って、燃料噴射量TAUに応じた量の燃料が機関本体1の燃焼室に送り込まれることになる。

なお、CPU103の割込み発生は、A/D変換器

101のA/D変換終了時、入出力インターフェース102がクランク角センサ6のパルス信号を受信した時、クロック発生回路107からの割込信号を受信した時、等である。

エアフローメータ3の吸入空気量データQおよび冷却水温データTHWは所定時間毎に実行されるA/D変換ルーチンによって取り込まれてRAM105の所定領域に格納される。つまり、RAM105におけるデータQおよびTHWは所定時間毎に更新されている。また、回転速度データNはクランク角センサ6の30°CA毎の割込みによって演算されてRAM105の所定領域に格納される。

第4図は触媒排気異臭発生条件判別ルーチンであって、所定時間たとえば12ms毎に実行される。ステップ401では、RAM105より吸入空気量データQを読出し、所定値たとえば15ml/h以下か否かを判別し、つまり、低負荷、低回転域か否かを判別し、ステップ402では、車速形成回路111から車速SPDを取込み、所定値たとえば10km/h以下か否かを判別する。

ンタCRをCRMAXにてガードして触媒排気異臭領域フラグFRICHを"1"にセットする。

第4図のルーチンはステップ411にて終了する。

このように、低負荷、低回転、低車速状態のもとで、下流側O₂センサ15の出力V₂が所定期間連続にリッチとなった場合のみ、触媒排気異臭領域フラグFRICHをセットし、その他の場合にはステップ406にて触媒排気異臭領域フラグFRICHをリセットする。

第5図は上流側O₂センサ13の出力にもとづいて空燃比補正係数FAFを演算する第1の空燃比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば4ms毎に実行される。

ステップ501では、上流側O₂センサ13による空燃比の閉ループ(フィードバック)条件が成立しているか否かを判別する。たとえば、冷却水温が所定値以下の時、機関始動中、始動後増量中、暖器増量中、加速増量(非同期噴射)中、パワー増量中、上流側O₂センサ13の出力信号が一度も反転していない時、燃料カット中、アイドルス

ステップ401, 402の条件が成立したときには、触媒排気異臭発生条件が成立したものとみなし、ステップ403に進み、それ以外はステップ405, 406にてリッチカウンタCRおよび触媒排気異臭領域フラグFRICHをリセットする。

ステップ403では、下流側O₂センサ15の出力V₂をA/D変換して取込み、ステップ404にてV₂が比較電圧V_{2s}たとえば0.55V以下か否かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する。この結果空燃比がリーン(V₂ ≤ V_{2s})であれば、やはり、ステップ405, 406に進んでリッチカウンタCRおよび触媒排気異臭領域フラグFRICHをリセットする。他方、ステップ404にて、空燃比がリッチ(V₂ > V_{2s})であれば、ステップ407に進み、リッチカウンタCRを1歩進する。

そして、Q ≤ Q₀、且つSPD ≤ SPD₀。下流側O₂センサ15の出力V₂がリッチである状態が所定期間すなわちCRMAX・12ms(たとえば2s)間持続した場合には、ステップ409にリッチカウ

ンタリッチオン時等はいずれも閉ループ条件が不成立であり、その他の場合が閉ループ条件成立である。閉ループ条件が不成立のときには、ステップ529に進んで空燃比補正係数FAFを1.0とする。なお、FAFを閉ループ制御終了直前値としてもよい。この場合には、ステップ528に直接進む。また学習値(バックアップRAM106の値)としても他方、閉ループ条件成立の場合にはステップ502に進む。

ステップ502では、上流側O₂センサ13の出力V₁をA/D変換して取組み、ステップ503にてV₁が比較電圧V_{1s}たとえば0.45V以下か否かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する。リーン(V₁ ≤ V_{1s})であれば、ステップ504にてデレイカウンタCDLYが正か否かを判別し、CDLY > 0であればステップ505にてCDLYを0とし、ステップ506に進む。ステップ507, 508では、デレイカウンタCDLYを最小値TDLでガードし、この場合、デレイカウンタCDLYが最小値TDLに到達したときにはステップ

509にて空燃比フラグF1を"0"(リーン)とする。なお、最小値TDLは上流側O₂センサ13の出力においてリッチからリーンへの変化があってもリッチ状態であるとの判断を保持するためのリーン遅延時間であって、負の値で定義される。他方、リッチ($V_1 > V_{R1}$)であれば、ステップ510にてデレイカウンタCDLYが負が否かを判別し、CDLY<0であればステップ511にてCDLYを0とし、ステップ512に進む。ステップ513、514では、デレイカウンタCDLYを最大値TDRでガードし、この場合、デレイカウンタCDLYが最大値TDRに到達したときにはステップ515にて空燃比フラグF1を"1"(リッチ)とする。なお、最大値TDRは上流側O₂センサ13の出力においてリーンからリッチへの変化があってもリーン状態であるとの判断を保持するためのリッチ遅延時間であって、正の値で定義される。

次に、ステップ516では、空燃比フラグF1の符号が反転したか否かを判別する、すなわち遅延処理後の空燃比が反転したか否かを判別する。空

燃比が反転していれば、ステップ517にて、空燃比フラグF1の値により、リッチからリーンへの反転か、リーンからリッチへの反転かを判別する。リッチからリーンへの反転であれば、ステップ519にて触媒排気異臭領域フラグFRICHが"0"か否かを判別し、FRICH="0"のときのみステップ519に進み、 $PAP \leftarrow PAP + RSR$ とスキップ的に増大させ、FRICH="1"のときにはステップ519に直接進む。逆に、ステップ517においてリーンからリッチへの反転であれば、ステップ520にて $PAP \leftarrow PAP - RSL$ とスキップ的に減少させる。つまり、FRICH="1"であればリッチスキップ処理は行わない。ステップ521にて空燃比フラグF1の符号が反転していなければ、ステップ521~524にて積分処理を行うが、FRICH="1"の場合にはリッチ積分処理は行わない。つまり、ステップ521にて、F1="0"か否かを判別し、F1="0"(リーン)であればステップ522に進み、FRICH="0"か否かを判別する。この結果、FRICH="1"のときのみ、ステップ523に

て $PAP \leftarrow PAP + KIR$ とする。他方、ステップ521にてF1="1"(リッチ)であればステップ524にて $PAP \leftarrow PAP + KIL$ とする。ここで、積分定数KIR(KIL)はスキップ定数RSR、RSLに比して十分小さく設定しており、つまり、 $KIR(KIL) < RSR(RSL)$ である。従って、ステップ523はリーン状態(F1="0")で燃料噴射量を徐々に増大させ、ステップ524はリッチ状態(F1="1")で燃料噴射量を徐々に減少させる。ステップ519、520、523、524にて演算された空燃比補正係数FAFはステップ525、526にて最大値たとえば1.2にてガードされ、また、ステップ527、528にて最小値例えば0.8にてガードされる。これにより、何らかの原因で空燃比補正係数FAFが小さくなり過ぎ、もしくは大きくなり過ぎた場合に、その値で機関の空燃比を制御してオーバーン、オーバーリッチになるのを防ぐ。

上述のごとく演算されたFAFをRAM 105に格納して、ステップ530にてこのルーチンは終了する。

このように、FRICH="1"であれば、空燃比補正係数FAFのリッチ側の補正は行わないようにし、これにより、制御空燃比を確実にリーン側にする。なお、このようなリーン空燃比フィードバック制御は、リッチスキップ処理(RSR)、リッチ積分処理(KIR)の一方のみを行うことにより、リッチ側積分とリーン側積分とを非対称にすることにより、リッチ側スキップとリーン側スキップとを非対称にすることにより、リッチ側遅延時間とリーン側遅延時間を非対称にすることにより、あるいはこれらの組合せにより行うこともできる。

第6図は第5図のフローチャートによる動作を補足説明するタイミング図である。上流側O₂センサ13の出力により第6図(A)に示すごとくリッチ、リーン判別の空燃比信号A/Fが得られると、デレイカウンタCDLYは、第6図(B)に示すごとく、リッチ状態でカウントアップされ、リーン状態でカウントダウンされる。この結果、第6図(C)に示すごとく、遅延処理された空燃

比信号 A/F' (フラグ $F1$ に相当) が形成される。たとえば、時刻 t_1 にて空燃比信号 A/F がリーンからリッチに変化しても、遅延処理された空燃比信号 $A/F1'$ はリッチ遅延時間 TDR だけリーンに保持された後に時刻 t_2 にてリッチに変化する。時刻 t_3 にて空燃比信号 A/F がリッチからターンに変化しても、遅延処理された空燃比信号 A/F' はリーン遅延時間 ($-TDL$) 相当だけリッチに保持された後に時刻 t_4 にてリーンに変化する。しかし、空燃比信号 A/F が時刻 t_5, t_6, t_7 のごとくリッチ遅延時間 TDR より短い期間で反転すると、デレイカウンタ $CDLY$ が最大値 TDR に到達するのに時間を要し、この結果、時刻 t_8 にて遅延処理後の空燃比信号 A/F' が反転される。つまり、遅延処理後の空燃比信号 A/F' は遅延処理前の空燃比信号 A/F に比べて安定となる。このように遅延処理後の安定した空燃比信号 A/F' にもとづいて第6図(D)に示す空燃比補正係数 FAF が得られる。

次に、下流側 O_2 センサ 15 による第2の空燃

比 A/F を小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーン積分定数 KIL を大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチ積分定数 KIR を小さくしても制御空燃比をリーン側に移行できる。従って、下流側 O_2 センサ 15 の出力に応じてリッチ積分定数 KIR およびリーン積分定数 KIL を補正することにより空燃比が制御できる。リッチ遅延時間 $TDR >$ リーン遅延時間 ($-TDL$) と設定すれば、制御空燃比はリッチ側に移行でき、逆に、リーン遅延時間 ($-TDL$) $>$ リッチ遅延時間 (TDR) と設定すれば、制御空燃比はリーン側に移行できる。つまり、下流側 O_2 センサ 15 の出力に応じて遅延時間 TDR, TDL を補正することにより空燃比が制御できる。さらにまた、比較電圧 V_{ref} を大きくすると制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、比較電圧 V_{ref} を小さくすると制御空燃比をリーン側に移行できる。従って、下流側 O_2 センサ 15 の出力に応じて比較電圧 V_{ref} を補正することにより空燃比が制御できる。

比フィードバック制御について説明する。第2の空燃比フィードバック制御としては、第1の空燃比フィードバック制御定数としてのスキップ量 RSR, RSL 、積分定数 KIR, KIL 、遅延時間 TDR, TDL 、もしくは上流側 O_2 センサ 13 の出力 V_1 の比較電圧 V_{ref} を可変にするシステムと、第2の空燃比補正係数 $FAF2$ を導入するシステムとがある。

たとえば、リッチスキップ量 RSR を大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、リーンスキップ量 RSL を小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーンスキップ量 RSL を大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチスキップ量 RSR を小さくしてもリーン側に移行できる。従って、下流側 O_2 センサ 15 の出力に応じてリッチスキップ量 RSR およびリーンスキップ量 RSL を補正することにより空燃比が制御できる。また、リッチ積分定数 KIR を大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、リーン積分定数 KIL

これらスキップ量、積分定数、遅延時間、比較電圧を下流側 O_2 センサによって可変とすることはそれぞれに長所がある。たとえば、遅延時間は非常に微妙な空燃比の調整が可能であり、また、スキップ量は、遅延時間のように空燃比のフィードバック問題を長くすることなくレスポンスの良い制御が可能である。従って、これら可変量は当然2つ以上組み合わせられて用いられ得る。

第7図を参照して空燃比フィードバック制御定数としてのスキップ量を可変にしたダブル O_2 センサシステムについて説明する。

第7図は下流側 O_2 センサ 15 の出力にもとづいてスキップ量 RSR, RSL を演算する第2の空燃比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば1秒毎に実行される。ステップ 701では、下流側 O_2 センサ 15 による閉ループ条件か否かを判別する。たとえば、上流側 O_2 センサ 13 による閉ループ条件の不成立に加えて、下流側 O_2 センサ 15 の出力信号が一度も反転していない時、等が閉ループ条件が不成立であり、その

(7) 28.

他の場合が閉ループ条件成立である。また、前述した $FRICH = 1$ の時あるいは $FRICH$ が 1 から 0 へ変化して所定時間内は通常の理論空燃比制御でないとして閉ループ条件不成立としてもよい。閉ループ条件でなければステップ 716, 717 に進み、スキップ量 RSR, RSL を一定値 RSR_0, RSL_0 とする。たとえば、

$$RSR_0 = 5\%$$

$$RSL_0 = 5\%$$

なお、スキップ量 RSR, RSL を閉ループ終了直前値に保持することもできる。この場合は、ステップ 718 に直接進む。また、スキップ量 RSR, RSL を学習値 (バックアップ RAM 106 の値) とすることもできる。

下流側 O₂ センサ 15 による閉ループ条件成立であれば、ステップ 702 に進み、下流側 O₂ センサ 15 の出力 V_2 を A/D 変換して取組み、ステップ 703 にて V_2 が比較電圧 V_{2s} たとえば 0.55 V 以下か否かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する。なお、比較電圧 V_{2s} は流

媒コンバータ 12 の上流、下流で生ガス影響による出力特性が異なることおよび劣化速度が異なること等を考慮して上流側 O₂ センサ 13 の出力の比較電圧 V_{1s} より高く設定されるが、任意でもよい。

ステップ 703 にて $V_2 \leq V_{2s}$ (リッチ) であればステップ 704~709 に進み、他方、 $V_2 > V_{2s}$ (リッチ) であればステップ 710~715 に進む。

ステップ 704 では、 $RSR \leftarrow RSR + \Delta RSR$ (一定値) とし、つまり、リッチスキップ量 RSR を増大させて空燃比をリッチ側に移行させる。ステップ 705, 706 では RSR を最大値 MAX たとえば 6.2% にてガードする。さらに、ステップ 707 にて $RSL \leftarrow RSL - \Delta RSL$ (一定値) とし、つまり、リッチスキップ量 RSL を減少させて空燃比をリッチ側に移行させる。ステップ 708, 709 では、 RSL を最小値 MIN たとえば 2.5% にてガードする。

他方、 $V_2 > V_{2s}$ (リッチ) のときには、ステップ 710 にて $RSR \leftarrow RSR - \Delta RSR$ とし、つまり、

リッチスキップ量 RSR を減少させて空燃比をリーン側に移行させる。ステップ 711, 712 では、 RSR を最小値 MIN にてガードする。さらに、ステップ 713 にて $RSL \leftarrow RSL + \Delta RSL$ とし、つまり、リーンスキップ量 RSL を増加させて空燃比をリーン側に移行させる。ステップ 714, 715 では、 RSL を最大 MAX にてガードする。

上述のごとく演算された RSR, RSL は RAM 105 に格納された後に、ステップ 718 にてこのルーチンは終了する。

なお、空燃比フィードバック中に演算された FAP, RSR, RSL は一旦他の値 FAP', RSR', RSL' に変換してバックアップ RAM 106 に格納することもでき、これにより、再始動時等における始動性向上にも役立つものである。第 8 図における最小値 MIN は過渡追従性がそこなわれないレベルの値であり、また、最大値 MAX は空燃比変動によりドライバビリティの悪化が発生しないレベルの値である。

このように、第 7 図のルーチンによれば、下流

側 O₂ センサ 15 の出力がリッチであれば、リッチスキップ量 RSR およびリーンスキップ量 RSL が比較的早く減少され、これにより、空燃比はリッチ側へ比較的早く移行される。また、下流側 O₂ センサ 15 の出力がリッチであれば、リッチスキップ量 RSR およびリーンスキップ量 RSL が比較的遅く増大され、これにより、空燃比はリーン側へ比較的遅く移行される。

第 8 図は噴射量演算ルーチンであって、所定クランク角度たとえば 360° 毎に実行される。ステップ 801 では RAM 105 より吸入空気量データ Q および回転速度データ N_e を読出して基本噴射量 $TAUP$ を演算する。たとえば $TAUP \leftarrow \alpha \cdot Q / N_e$

(α は定数) とする。ステップ 802 にて RAM 105 より冷却水温データ THW を読出して ROM 104 に格納された 1 次元マップにより暖機増量値 FWL を補間計算する。ステップ 803 では、最終噴射量 TAU を、

$$TAU \leftarrow TAUP \cdot FAP \cdot (FWL + \beta) + \tau$$

により演算する。なお、 β, τ は他の運転状態バ

ラメータによって定まる補正量である。次いで、ステップ 804にて、最終噴射量TAUをダウンカウンタ 108にセットすると共にフリップフロップ 109をセットして燃料噴射を開始させる。そして、ステップ 805にてこのルーチンは終了する。なお、上述のごとく、噴射量TAUに相当する時間が経過すると、ダウンカウンタ108のキャリアウト信号によってフリップフロップ109がリセットされて燃料噴射は終了する。

第9図は第5図のフローチャートによって得られる空燃比補正係数FAFを説明するためのタイミング図である。上流側O₂センサ13の出力電圧V₁が第9図(A)に示すごとく変化すると、第5図のステップ503での比較結果は第9図(B)に示すごとく変化し、その遅延結果である空燃比フラグF1は第9図(C)に示すごとく変化する。ここで、触媒排気異臭領域フラグFRICHが“0”の場合には、第9図(D)に示すように、空燃比補正係数FAFはスキップ量RSR、RSLおよび積分定数KIR、KILによりある値(理論空燃比相当)

を中心に变化するが、触媒排気異臭発生条件が成立後に下流側O₂センサ15のリッチ出力が所定期間経過して触媒排気異臭領域フラグFRICHが“1”となった場合には、第9図(D)に示すように、空燃比補正係数FAFは、リーン側のスキップ処理および積分処理のみが行われ(つまり、リッチスキップ量RSRおよびリッチ積分定数KIRは0)によりリーン側に制御される。

なお、第1の空燃比フィードバック制御は4ms毎に、また、第2の空燃比フィードバック制御は1s毎に行われるのは、空燃比フィードバック制御は応答性の良い上流側O₂センサによる制御を主にして行い、応答性の悪い下流側O₂センサによる制御に従って行うためである。

また、上流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御における他の制御定数、たとえば積分定数、遅延時間、上流側O₂センサの比較電圧V₁等を下流側O₂センサの出力により補正するダブルO₂センサシステムにも、また、第2の空燃比補正係数を導入するダブルO₂センサシステ

ムにも本発明を適用し得る。また、スキップ量、積分定数、遅延時間のうちの2つを同時に制御することにより制御性を向上できる。さらに、スキップ量RSR、RSLのうちの一方を固定し、他方のみを可変とすることも、積分定数KIR、KILのうちの一方を固定し他方のみを可変とすることも、あるいは遅延時間TDR、TDLの一方を固定し他方を可変とすることも可能である。

また、吸入空気量センサとして、エアフローメータの代りに、カルマン渦センサ、ヒートワイヤセンサ等を用いることもできる。

さらに、上述の実施例では、吸入空気量および機関の回転速度に応じて燃料噴射量を演算しているが、吸入空気圧および機関の回転速度、もしくはスロット弁開度および機関の回転速度に応じて燃料噴射量を演算してもよい。

さらに、上述の実施例では、燃料噴射弁により吸気系への燃料噴射量を制御する内燃機関を示したが、キャブレタ式内燃機関にも本発明を適用し得る。たとえば、エレクトリック・エア・コント

ロールバルブ(EACV)により機関の吸入空気量を調整して空燃比を制御するもの、エレクトリック・ブリード・エア・コントロールバルブによりキャブレタのエアブリード量を調整してメイン系通路およびスロー系通路への大気導入により空燃比を制御するもの、機関の排気系へ送り込まれる2次空気量を調整するもの、等に本発明を適用し得る。この場合には、ステップ801における基本噴射量TAUP相当の基本燃料噴射量がキャブレタ自身によって決定され、すなわち、吸入空気量に応じた吸気管負圧と機関の回転速度に応じて決定され、ステップ803にて最終燃料噴射量TAUに相当する供給空気量が演算される。

さらに、上述の実施例では、空燃比センサとしてO₂センサを用いたが、COセンサ、リークミクスチャセンサ等を用いることもできる。

さらに、上述の実施例はマイクロコンピュータすなわちデジタル回路によって構成されているが、アナログ回路により構成することもできる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、触媒排気異臭発生条件成立後の下流側空燃比センサのリッチ出力の持続期間により排気異臭発生領域を確実に検出し、空燃比をリーン側に向かうようにフィードバック制御するので、排気異臭を確実に低減できると共に、ドライバビリティ、エミッション等の悪化も抑制できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の構成を説明するための全体ブロック図、

第2図はシングルO₂センサシステムおよびダブルO₂センサシステムを説明する排気エミッション特性図、

第3図は本発明に係る内燃期間の空燃比制御装置の一実施例を示す全体概略図、

第4図、第5図、第7図、第8図は第3図の制御回路の動作を説明するためのフローチャート、

第6図は第5図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図、

第9図は第5図、第6図、第8図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図である。

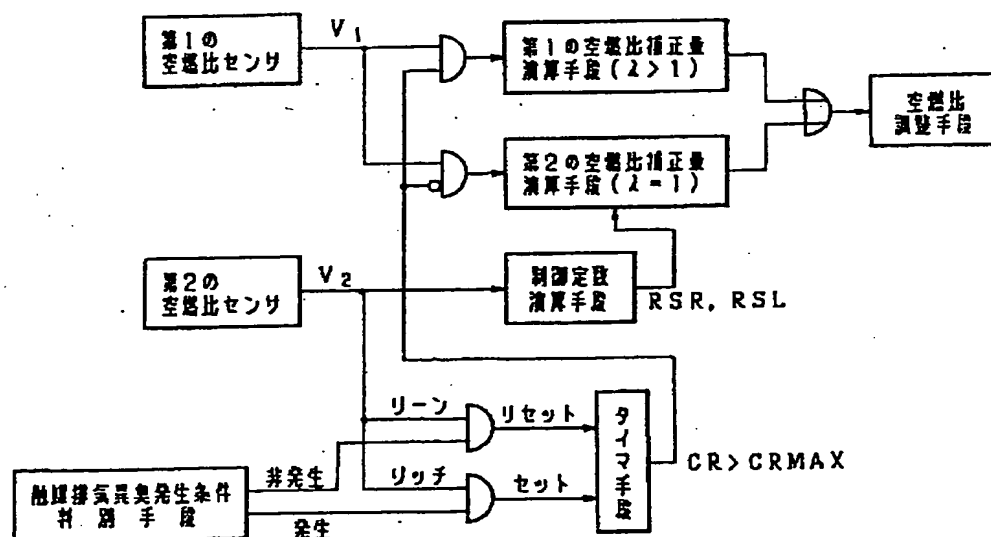
- 1…機関本体、 3…エアフローメータ、
4…ディストリビュータ、
5、6…クランク角センサ、
10…制御回路、 12…触媒コンバータ、
13…上流側（第1の）O₂センサ、
15…下流側（第2の）O₂センサ、
16…車速センサ。

特許出願人

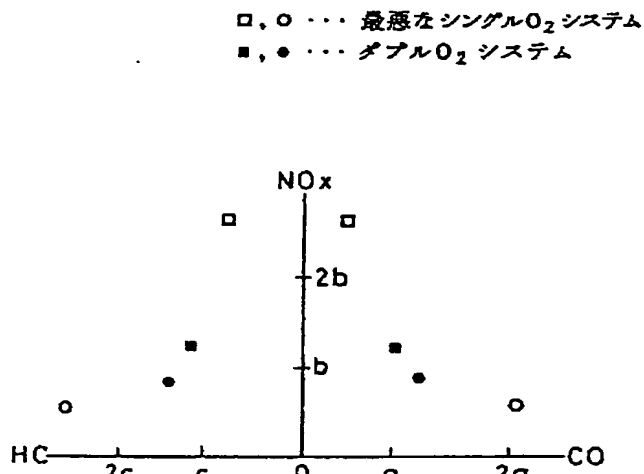
トヨタ自動車株式会社

特許出願代理人

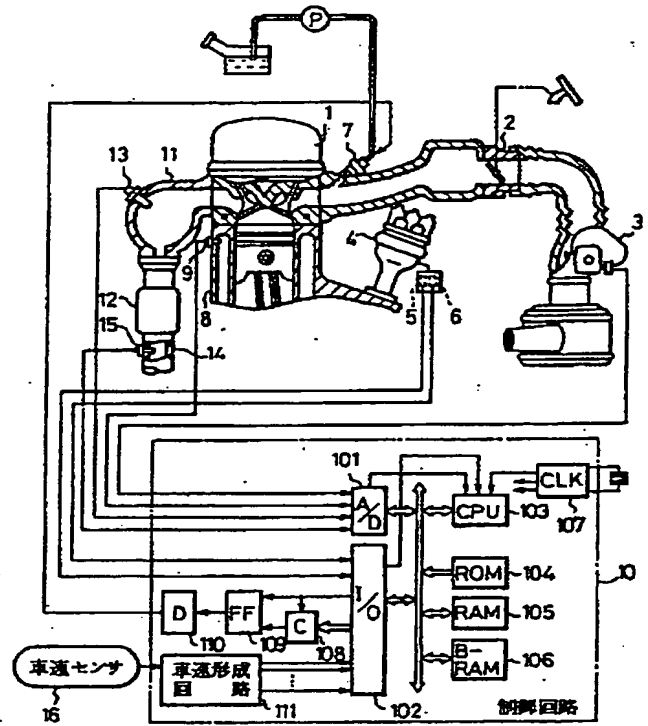
弁理士 青 木 朗
弁理士 西 館 和 之
弁理士 石 田 敬
弁理士 平 岩 賢 三
弁理士 山 口 昭 之
弁理士 西 山 雅 也



第1図

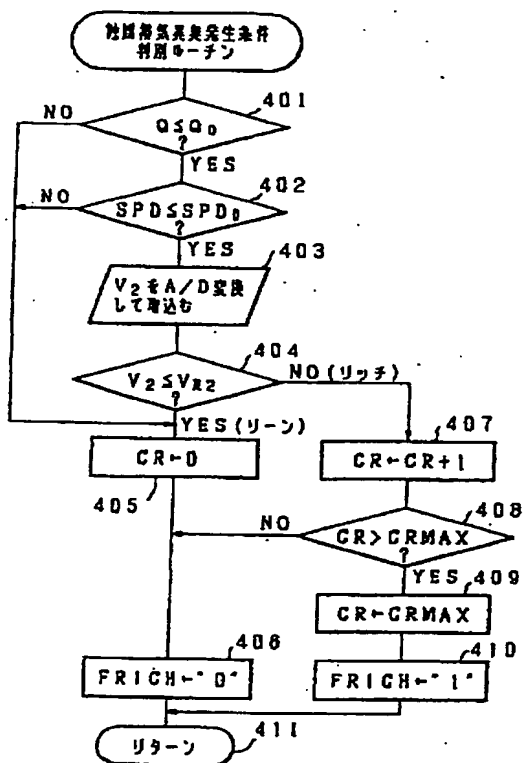


第 2 図

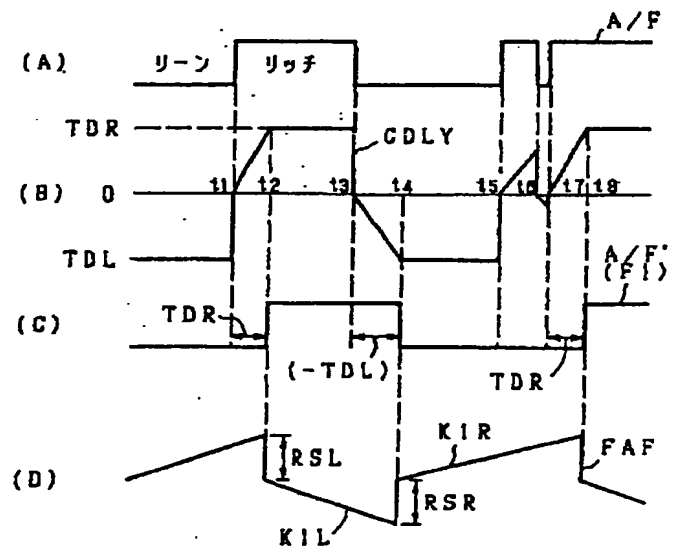


第 3 図

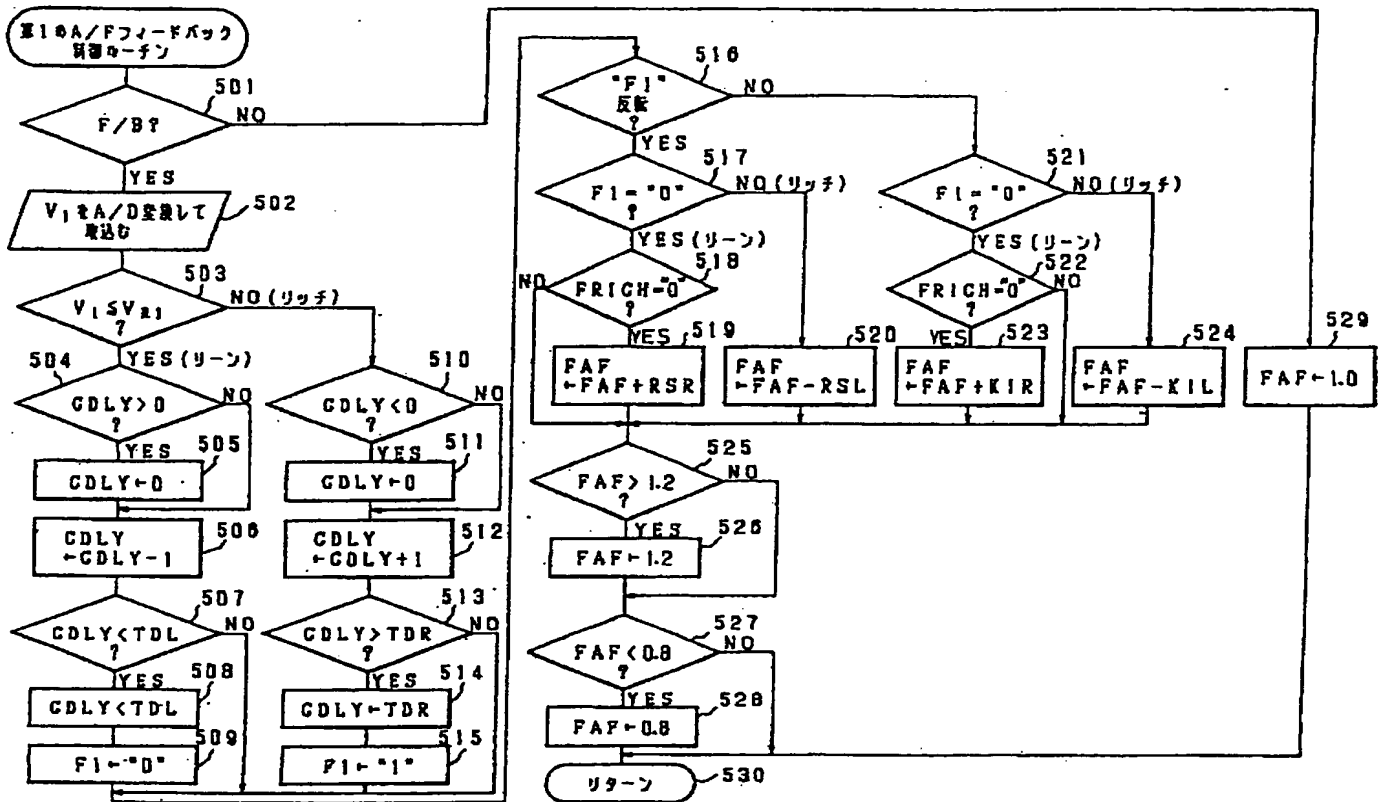
- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1... 機関本体 | 12... 酸鉄コンバータ |
| 3... エアフローメータ | 13... 上流側O ₂ センサ |
| 4... ディストリビュータ | 15... 下流側O ₂ センサ |
| 5, 6... クランク角センサ | 16... 車速センサ |



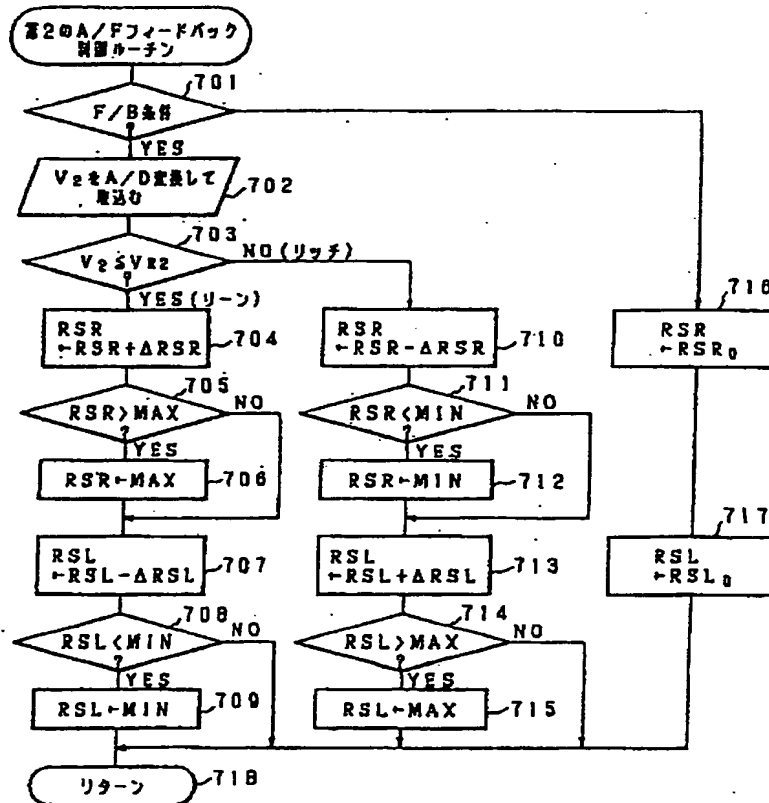
第 4 図



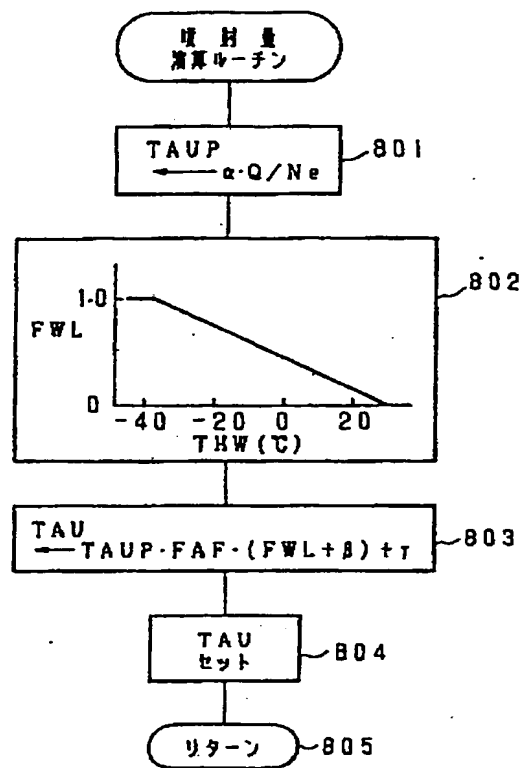
第 6 図



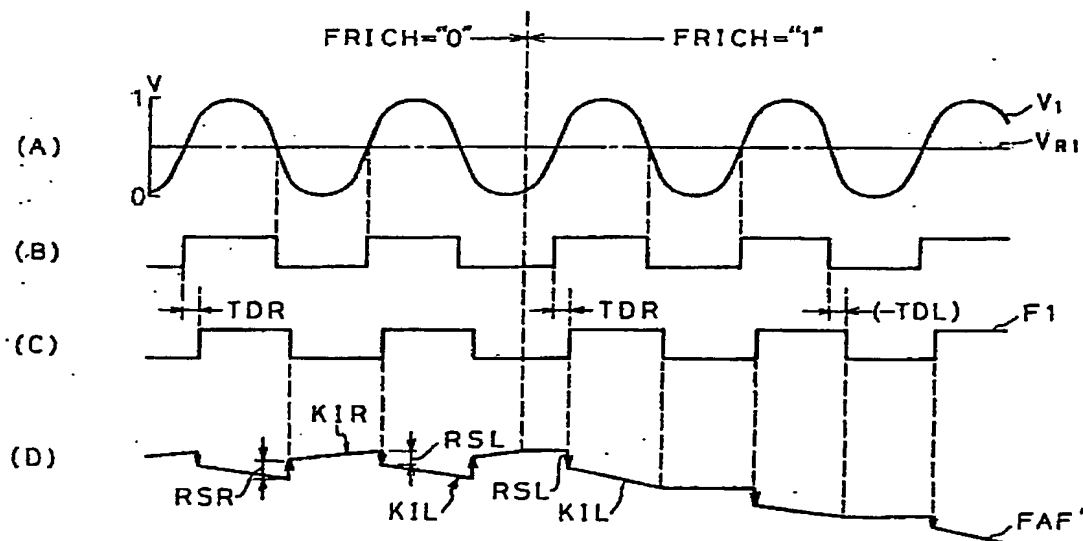
第5図



第7図



第 8 図



第 9 図